

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ



СОГЛАСОВАНО:

В.Н. Яншин

В.Н. Яншин

11 » 08 2009 г.

Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электрической энергии и мощности АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово»	Внесена в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>41239-09</u>
---	---

Изготовлена по ГОСТ 22261-94 и технической документации ОАО «Мобильные ГТЭС», г. Москва, заводской № 422200035

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электрической энергии и мощности АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово» (далее – АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово») предназначена для измерений, коммерческого и технического учета электрической энергии и мощности, а также автоматизированного сбора, накопления, обработки, хранения и отображения информации об энергоснабжении. В частности, АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», предназначена для использования в составе многоуровневых автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии и мощности (АИИС КУЭ) на оптовом рынке электрической энергии (мощности).

Область применения: в ОАО «Мобильные ГТЭС» и граничащих с ним по цепям электропитания энергосистемах, промышленных и других энергопотребляющих (энергопоставляющих) предприятиях.

### ОПИСАНИЕ

АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», представляет собой трехуровневую информационно-измерительную систему с централизованным управлением и распределенной функцией измерения.

Нижний (1-й уровень) уровень состоит из установленных на объектах контроля электронных счетчиков активной и реактивной электроэнергии с цифровым интерфейсом RS485, измерительных трансформаторов тока и напряжения, вторичных измерительных цепей и технических средств приема-передачи данных, образующих 10 измерительных каналов (далее по тексту – «ИК») системы.

Второй уровень включает в себя информационно-вычислительный комплекс электроустановки (ИВКЭ), в который входит УСПД типа RTU-325L, обеспечивающий интерфейс доступа к ИИК, технические средства приёма-передачи данных (каналообразующей аппаратуры).

Третий уровень включает в себя информационно-вычислительный комплекс (ИВК). ИВК представляет собой центральное устройство сбора (сервер), коммутационные средства, рабочие станции (АРМ) и специальное программное обеспечение. ИВК предназначен для автоматизированного сбора и хранения результатов измерений, диагностики состояния средств измерений, подготовки и отправки отчетов в ОАО «АТС».

Система обеспечивает измерение следующих основных параметров энергопотребления:

- 1) активной (реактивной) энергии за определенные интервалы времени по каналам учета, группам каналов учета и объекту в целом, с учетом временных (тарифных) зон, включая

- прием и отдачу энергии;
- 2) средних значений активной (реактивной) мощности за определенные интервалы времени по каналам учета, группам каналов учета и объекту в целом;
  - 3) календарного времени и интервалов времени.

Кроме параметров энергопотребления (измерительной информации) в счетчиках и УСПД может храниться служебная информация: параметры качества электроэнергии в точке учета, регистрация различных событий, данные о корректировках параметров, данные о работоспособности устройств, перерывы питания и другая информация. Эта информация может по запросу пользователя передаваться на АРМ.

В АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», измерения и передача данных на верхний уровень происходят следующим образом. Аналоговые сигналы переменного тока с выходов измерительных трансформаторов (для счетчиков трансформаторного включения) поступают на входы счетчиков электроэнергии, которые преобразуют значения входных сигналов в цифровой код. Счетчики А1802RAL-P4GB-DW-4 производят измерения мгновенных и действующих (среднеквадратических) значений напряжения ( $U$ ) и тока ( $I$ ) и рассчитывают активную мощность ( $P=U \cdot I \cdot \cos\phi$ ) и полную мощность ( $S=U \cdot I$ ). Реактивная мощность ( $Q$ ) рассчитывается в счетчике по алгоритму  $Q=(S^2-P^2)^{0,5}$ . Средние значения активной мощности рассчитываются путем интегрирования текущих значений  $P$  на 30-минутных интервалах времени. По запросу или в автоматическом режиме измерительная информация направляется в устройство сбора и передачи данных (УСПД). В УСПД происходят косвенные измерения электрической энергии при помощи программного обеспечения установленного на УСПД, далее информация поступает на ИВК (сервер), где происходит накопление и отображение собранной информации. Полный перечень информации, передаваемой на ИВК, определяется техническими характеристиками многофункциональных электросчетчиков, УСПД и уровнем доступа АРМа к базе данных. Для передачи данных, несущих информацию об измеряемой величине от одного компонента АИИС КУЭ к другому, используются проводные линии связи, GSM-сеть связи (основной канал). В качестве резервного канала связи также применяется спутниковая сеть связи.

АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», имеет 3 независимых устройства синхронизации времени на основе GPS приемника. Коррекция времени в УСПД производится, не реже одного раза в сутки, по временным импульсам от устройства синхронизации времени на основе GPS-приемника, подключенного к соответствующему УСПД.

Для защиты метрологических характеристик системы от несанкционированных изменений (корректировок) предусмотрена аппаратная блокировка, пломбирование средств измерений и учета, кроссовых и клеммных коробок, а также многоуровневый доступ к текущим данным и параметрам настройки системы (электронные ключи, индивидуальные пароли, коды оператора и программные средства для защиты файлов и баз данных).

Основные функции и эксплуатационные характеристики АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», соответствуют критериям качества АИИС КУЭ, определенным согласно техническим требованиям ОАО «АТС» к АИИС КУЭ. Система выполняет непрерывные автоматизированные измерения следующих величин:ращения активной электрической энергии, календарного времени, интервалов времени и коррекцию хода часов компонентов системы, а также сбор результатов и построение графиков получасовых нагрузок, необходимых для организации рационального контроля и учета энергопотребления. Параметры надежности средств измерений АИИС КУЭ трансформаторов напряжения и тока, счетчиков электроэнергии и УСПД соответствуют техническим требованиям к АИИС КУЭ субъекта ОРЭ. Для непосредственного подключения к отдельным счетчикам или к УСПД (в случае, например, повреждения линии связи) предусматривается использование переносного компьютера типа Notebook с последующей передачей данных на компьютер высшего уровня.

В системе обеспечена возможность автономного съема информации со счетчиков. Глубина хранения информации в системе не менее 35 суток. При прерывании питания все данные и параметры хранятся в энергонезависимой памяти. Предусмотрен самостоятельный старт УСПД после возобновления питания.

Для защиты информации и измерительных каналов АИИС КУЭ от несанкционированного вмешательства предусмотрена механическая и программная защита. Все кабели, приходящие на счетчик от измерительных трансформаторов и сигнальные кабели от счетчика, кроссируются в пломбируемом отсеке счетчика.

Все основные технические компоненты, используемые АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», являются средствами измерений и зарегистрированы в Государственном реестре средства измерений. Устройства связи, модемы различных типов, пульта оператора, средства вычислительной техники (персональные компьютеры) отнесены к вспомогательным техническим компонентам и выполняют только функции передачи и отображения данных, получаемых от основных технических компонентов.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

параметр	значение
Пределы допускаемых значений относительной погрешности АИИС КУЭ при измерении электрической энергии.	Вычисляются по методике поверки в зависимости от состава ИК. Значения пределов допускаемых погрешностей приведены в таблице 2
Параметры питающей сети переменного тока: Напряжение, В частота, Гц	220± 22 50 ± 1
Температурный диапазон окружающей среды для: - счетчиков электрической энергии, °С - трансформаторов тока и напряжения, °С	+5...+35 -40...+40
Индукция внешнего магнитного поля в местах установки счетчиков, не более, мТл	0,5
Мощность, потребляемая вторичной нагрузкой, подключаемой к ТТ и ТН, % от номинального значения	25-100
Потери напряжения в линии от ТН к счетчику, не более, %	0,25
Первичные номинальные напряжения, кВ	110; 6; 0,4
Первичные номинальные токи, кА	0,4; 0,3; 0,1
Номинальное вторичное напряжение, В	380; 100
Номинальный вторичный ток, А	5
Количество точек измерения, шт.	10
Интервал задания границ тарифных зон, минут	30
Абсолютная погрешность при измерении текущего времени в системе и ее компонентах, не более, секунд	±5
Средний срок службы системы, лет	15

Таблица 2

Пределы допускаемых относительных погрешностей при измерении электрической энергии, %.

№ ИК	Состав ИК*	$\cos \varphi$ ( $\sin \varphi$ )	$\delta_{1(2)\%I}$ $I_{1(2)\%} \leq I < I_{5\%}$	$\delta_{5\%I}$ $I_{5\%} \leq I < I_{20\%}$	$\delta_{20\%I}$ $I_{20\%} < I \leq I_{100}$ %	$\delta_{100\%I}$ $I_{100\%} < I \leq I_{120\%}$
1-6 (34-39)	ТТ класс точности 0,5 ТН отсутствует Счётчик-класс точности 0,2S	1	не норм	±1,6	±0,86	±0,65
		0,8	не норм	±2,3	±1,2	±0,86
		0,5	не норм	±3,8	±2,0	±1,3
	ТТ класс точности 0,5 ТН отсутствует Счётчик-класс точности 0,5 (реактивная энергия)	0,8 (0,6)	не норм	±3,2	±1,7	±1,2
		0,5 (0,87)	не норм	±2,1	±1,2	±0,93
7-9 (40-42)	ТТ класс точности 0,2 ТН класс точности 0,2 Счётчик-класс точности 0,2S	1	не норм	±0,85	±0,6	±0,55
		0,8	не норм	±1,3	±0,81	±0,67
		0,5	не норм	±1,7	±1,0	±0,83
	ТТ класс точности 0,2 ТН класс точности 0,2 Счётчик-класс точности 0,5 (реактивная энергия)	0,8 (0,6)	не норм	±1,7	±1,0	±0,9
		0,5 (0,87)	не норм	±1,3	±0,86	±0,80
10 (43)	ТТ класс точности 0,5S ТН класс точности 0,2 Счётчик-класс точности 0,2S	1	±1,7	±0,91	±0,72	±0,72
		0,8	±2,3	±1,3	±0,93	±0,93
		0,5	±3,8	±2,0	±1,4	±1,4
	ТТ класс точности 0,5S ТН класс точности 0,2 Счётчик-класс точности 0,5 (реактивная энергия)	0,8 (0,6)	±3,6	±1,9	±1,3	±1,3
		0,5 (0,87)	±2,4	±1,4	±1,0	±0,99

Примечание: \*) В процессе эксплуатации системы возможны замены отдельных измерительных компонентов без переоформления сертификата об утверждении типа АИИС КУЭ: стандартизованных компонентов - измерительных трансформаторов и счетчиков электроэнергии на аналогичные утвержденных типов, класс точности которых должен быть не хуже класса точности первоначально указанных в таблице, а также УСПД - на однотипный утвержденного типа. Замена оформляется актом, согласно требованиям ст. 4.2 МИ 2999-2006. Акт хранится совместно с описанием типа АИИС КУЭ как его неотъемлемая часть.

Для разных сочетаний классов точности измерительных трансформаторов и счетчиков электрической энергии пределы допускаемых относительных погрешностей при измерении энергии и мощности в рабочих условиях эксплуатации рассчитываются согласно алгоритмам, приведенным в методике поверки АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово».

Пределы допускаемой относительной погрешности по средней получасовой мощности и энергии для любого измерительного канала системы на интервалах усреднения получасовой мощности, на которых не производится корректировка времени, рассчитываются по следующей формуле:

на основании считанных по цифровому интерфейсу показаний счетчика о средней получасовой мощности, хранящейся в счетчике в виде профиля нагрузки в импульсах:

$$\delta_p = \pm \sqrt{\delta^2 + \left( \frac{KK_e \cdot 100\%}{1000PT_{cp}} \right)^2}, \text{ где}$$

$\delta_p$  - пределы допускаемой относительной погрешности при измерении средней получасовой мощности и энергии, в процентах;

$\delta$  - пределы допускаемой относительной погрешности системы из табл.2 при измерении электроэнергии, в процентах;

$K$  - масштабный коэффициент, равный общему коэффициенту трансформации трансформаторов тока и напряжения;

$K_e$  - внутренняя константа счетчика (величина эквивалентная 1 импульсу, выраженному в Вт·ч);

$T_{cp}$  - интервал усреднения мощности, выраженный в часах;

$P$  - величина измеренной средней мощности с помощью системы на данном интервале усреднения, выраженная в кВт.

Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности по средней мощности для любого измерительного канала системы на интервалах усреднения мощности, на которых производится корректировка времени, рассчитываются по следующей формуле:

$$\delta_{p, \text{корр.}} = \frac{\Delta t}{3600T_{cp}} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$\Delta t$  - величина произведенной корректировки значения текущего времени в счетчиках (в секундах);  $T_{cp}$  - величина интервала усреднения мощности (в часах).

### ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится на титульных листах эксплуатационной документации системы типографским способом.

### КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки приведен в таблице 3, 4 и 5.

Таблица 3

Канал учета		Средство измерений		Наименование измеряемой величины
№ Номер ИИК	Наименование объекта учета (по документации энергообъекта)	Наименование средств измерений	Обозначение, тип, стандарт, технические условия либо метрологические характеристики, № Госреестра	
1(34)	ТСН-1	ТТ	ASK-63.4 I1/I2 = 400/5 класс точности 0,5 №№08Н 92171508 08Н 92171476 08Н 92171477 № ГР 31089-06	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	нет	Напряжение, 380 В (номинальное вторичное)

		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196461 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
2(35)	ТСН-2	ТТ	ASK-31.4 I1/I2 = 100/5 класс точности 0,5 №№08G 92118450 08G 92118441 08G 92118439 № ГР 31089-06	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	нет	Напряжение, 380 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196462 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
3(36)	ТСН-3	ТТ	ASK-63.4 I1/I2 = 400/5 класс точности 0,5 №№ 08H 92171514 08H 92171492 08H 92171488 № ГР 31089-06	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	нет	Напряжение, 380 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196459 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
4(37)	ТСН-4	ТТ	ASK-31.4 I1/I2 = 100/5 класс точности 0,5 №№ 08G 92093371 08G 92118452 08G 92118448 № ГР 31089-06	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	нет	Напряжение, 380 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196460 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная

5(38)	ТСН-5	ТТ	ASK-63.4 I <sub>1</sub> /I <sub>2</sub> = 400/5 класс точности 0,5 №№ 08Н 92171506, 08Н 92171478, 08Н 92171516; № ГР 31089-06	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	нет	Напряжение, 380 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196457 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
6(39)	ТСН-6	ТТ	ASK-31.4 I <sub>1</sub> /I <sub>2</sub> = 100/5 класс точности 0,5 №№ 08G 92118435, 08G 92118436, 08G 92118442; № ГР 31089-06	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	нет	Напряжение, 380 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196458 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
7(40)	Вывод мобильной подстанции № 1	ТТ	ТАТ I <sub>1</sub> /I <sub>2</sub> = 300/5 класс точности 0,2 №№ GD8/P28011, GD8/P28012, GD8/P28015; № ГР 29838-05	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	EMF 145 U <sub>1</sub> /U <sub>2</sub> = 110000/100 класс точности 0,2 №№ 1HSE8777945, 1HSE8777946, 1HSE8777947; № ГР 32003-06	Напряжение, 100 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196455 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная

8(41)	Вывод мобильной подстанции № 2	ТТ	ТАТ $I_1/I_2 = 300/5$ класс точности 0,2 №№ GD8/P28004, GD8/P28005, GD8/P28006; № ГР 29838-05	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	EMF 145 $U_1/U_2 = 110000/100$ класс точности 0,2 №№ 1HSE8777942, 1HSE8777943, 1HSE8777944; № ГР 32003-06	Напряжение, 100 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196454 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
9(42)	Вывод мобильной подстанции № 3	ТТ	ТАТ $I_1/I_2 = 300/5$ класс точности 0,2 №№ GD8/P28001, GD8/P28002, GD8/P28003; № ГР 29838-05	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	EMF 145 $U_1/U_2 = 110000/100$ класс точности 0,2 №№ 1HSE8777939, 1HSE8777940, 1HSE8777941; № ГР 32003-06	Напряжение, 100 В (номинальное вторичное)
		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196453 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
10(43)	Вл 6 кВ фидера № 29 опоры № 1 на ПС «Игнатово»	ТТ	ТОЛ-10-1 $I_1/I_2 = 100/5$ класс точности 0,5s №№ 33909, 33908, 33918; № ГР 15128-07	Ток, 5 А (номинальный вторичный)
		ТН	ЗНОЛП-6 $U_1/U_2 = 6000/100$ класс точности 0,2 №№ 201, 204, 202; № ГР 23544-07	Напряжение, 100 В (номинальное вторичное)



		Счетчик	A1802RAL-P4GB-DW-4 класс точности 0,2S/0,5 № 01196456 № ГР 31857-06	Ном. ток 5 А, энергия активная/ реактивная
--	--	---------	--	--

Таблица 4

Наименование средств измерений	Количество приборов в АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово»	Номер в Госреестре средств измерений
Измерительные трансформаторы тока ГОСТ 7746 TAT; ASK; ТОЛ-10-1	Согласно схеме объекта учета	№ 29838-05; № 31089-06; № 15128-07
Измерительные трансформаторы напряжения ГОСТ 1983 EMF 145; ЗНОЛП-6	Согласно схеме объекта учета	№ 32003-06; № 23544-07
Электронные счетчики производства ООО "Эльстер Метроника": A1802RAL-P4GB-DW-4	По количеству точек измерений	№ 31857-06
Устройство сбора и передачи данных RTU-325L	3 шт.	№ 37288-08

Таблица 5

Наименование программного обеспечения, вспомогательного оборудования и документации	Необходимое количество для АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово»
ИБК HP Proliant DL160G5 Xeon E 5405/ОЗУ-1GB/ НЖМД- 2x250Gb	1 шт.
Сотовый модем TC35T	1 шт.
Источник бесперебойного питания (ИБП) Smart-UPS 1000RM	1 шт.
Спутниковый терминал	1 шт.
АРМ стационарный	1 шт.
Инженерный пульт на базе Notebook	1 шт.
Сотовый модем TC35T	3 шт.
Коммутатор Cisco 2950	3 шт.
Устройство синхронизации времени УССВ-16HVS	3 шт.
Спутниковый терминал	3 шт.
Формуляр на систему	1(один) экземпляр
Методика поверки	1(один) экземпляр
Руководство по эксплуатации	1(один) экземпляр
Программный пакет АС-РЕ-100 «Альфа-Центр». Версия 10.	Состав программных модулей определяется заказом потребителя
Программное обеспечение электросчетчиков	
Программное обеспечение УСПД RTU-325L	

## ПОВЕРКА

Поверка АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», проводится по документу «Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электрической энергии и мощности АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово». Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в 2009 г.

Перечень основных средств поверки:

- средства поверки измерительных трансформаторов напряжения по МИ 2845-2003, МИ 2925-2005 и/или по ГОСТ 8.216-88;
  - средства поверки измерительных трансформаторов тока по ГОСТ 8.217-2003;
  - средства поверки счетчиков электрической энергии трехфазных многофункциональных Альфа А1800 в соответствии с методикой поверки, утвержденной ВНИИМ в 2006 г.;
  - средства поверки устройств сбора и передачи данных RTU-325 и RTU-325L в соответствии с методикой поверки, утвержденной ВНИИМС в 2008 г.
- Межповерочный интервал - 4 года.

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».

ГОСТ 8.596-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения».

ГОСТ Р 52323-2005 (МЭК 62053-22:2003) Национальный стандарт Российской Федерации «Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2 S и 0,5 S».

ГОСТ 26035-83 «Счетчики электрической энергии переменного тока электронные. Общие технические условия».

ГОСТ 7746 «Трансформаторы тока. Общие технические условия».

ГОСТ 1983 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип системы автоматизированной информационно-измерительной коммерческого учета электрической энергии и мощности АИИС КУЭ 3-х мобильных ГТЭС, размещенных вблизи ПС № 555 «Игнатово», утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

Изготовитель: ОАО «Электроцентроналадка»  
123995, г. Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., д.16 корп. 2

Генеральный директор  
ОАО «Электроцентроналадка»



Е.Б. Луполов